NOT TO BE TAKEN FROM THE LIBRARY

JW
1911

Von Dr. **F. Doflein**, a. o. Professor der Zool. a. d. Univ. München ist u. a. erschienen:

Probleme der Protistenkunde. I. **Die Trypanosomen**, ihre Bedeutung für Zoologie und Kolonialwirtschaft. 1909. Preis: 1 Mark 20 Pf.

Lehrbuch der Protozoenkunde. Eine Darstellung der Naturgeschichte der Protozoen mit besonderer Berücksichtigung der parasitischen und pathogenen Formen. Zweite Auflage der „Protozoen als Parasiten und Krankheitserreger". Mit 825 Abbildungen im Text. 1909. Preis: 24 Mark, geb. 26 Mark 50 Pf.

Zell- und Protoplasmastudien. Erstes Heft: Zur Morphologie und Physiologie der Kern- und Zellteilung. Nach Untersuchungen an Noctiluca und andern Organismen. Mit 4 Tafeln und 23 Textabbildungen. (Abdr. a. d. Zool. Jahrb., Abt. f. Anat., Bd. IV.) 1900. Preis: 7 Mark.

Brachyura. Mit einem Atlas von 58 Tafeln, einer Texttafel u. 68 Figuren u. Karten i. Text. (Wissenschaftl. Ergebn. d. Dtsch. Tiefsee-Expedit. auf dem Dampfer „Valdivia" 1898—1899. Band VI. 1904. Preis: 120 Mark.

Lebensgewohnheiten und Anpassungen bei dekapoden Krebsen. Mit 4 Tafeln u. 16 Textfig. (Aus: „Festschrift z. 60. Geburtstage Richard Hertwigs [München]). 1910. Preis: 11 Mark.

Von den Antillen zum fernen Westen. Reiseskizz. eines Naturforschers. Mit 83 Textabbild. 1900. Preis: 5 Mark, geb. 6 Mark 50 Pf.

Archiv für Protistenkunde. Begründet von Dr. **Fritz Schaudinn**, herausgegeben von Dr. **M. Hartmann**, Berlin, und Dr. **S. von Prowazek**, Hamburg.

Das Archiv für Protistenkunde ist eine rein wissenschaftliche Zeitschrift, die alle Zweige des sich immer mehr ausdehnenden Gebietes der Einzelligen in gleichmäßiger Weise berücksichtigt und daher den Zoologen und Botaniker, den Zell- und Gewebeforscher, den Anatomen und Physiologen, den Pathologen und Hygieniker in gleicher Weise angeht.

Das Archiv für Protistenkunde bringt in erster Linie Originaluntersuchungen über alle Gruppen der Protophyten und Protozoen, von den Bakterien bis zu den Infusorien, soweit sie die Biologie dieser Organismen fördern.

Um den Überblick über das Gebiet zu erleichtern und die Wechselbeziehungen zwischen den verschiedenen Zweigen der Protistenforschung zu pflegen, werden in einem referierenden Teil zusammenfassende Übersichten und Literaturberichte von berufener Feder gegeben.

Das Archiv für Protistenkunde erscheint in zwanglosen Heften; diese werden zu Bänden von [illegible] Bogen mit entsprechendem Ausgleich von Tafeln vereinigt.

LONDON SCHOOL OF TROPICAL MEDICINE LIBRARY

Band I—XV,	1902—1909 . . .	Preis eines Bandes: 24 Mark.
„ XVI,	1909	Preis: 32 „
„ XVII,	1909	„ 29 „
„ XVIII,	1910	„ 21 „
„ XIX,	1910	„ 25 „
„ XX,	1910	„ 30 „

Autogamie bei Protisten und ihre Bedeutung für das Befruchtungsproblem. Von Dr. **Max Hartmann**, Privatdozent an der Universität Berlin. Mit 27 Abbildungen im Text. Preis: 2 Mark 50 Pf.

Ergebnisse der neueren Sporozoenforschung. Zusammenfassende Darstellung mit besonderer Berücksichtigung der Malariaparasiten und ihrer nächsten Verwandten. Von Dr. **M. Lühe**, Privdoz. f. Zool. und vergl. Anatomie, Assistent a. zool. Museum Königsberg i. Pr. Mit 35 Textabbildungen. (Erweiterter Abdr. a. d. Centralbl. f. Bakt., I. Abt., Bd. 27 und 28.) 1900. Preis: 2 Mark 80 Pf.

LSHTM
001138648X

PROBLEME DER PROTISTENKUNDE

II.

DIE NATUR DER SPIROCHAETEN

VON

F. DOFLEIN

A.O. PROFESSOR DER ZOOLOGIE AN DER UNIVERSITÄT MÜNCHEN

MIT 17 TEXTFIGUREN

JENA
VERLAG VON GUSTAV FISCHER
1911

221

Alle Rechte vorbehalten.

Weimar. — Druck von R. Wagner Sohn.

Alexander Goette

zum 70. Geburtstag
(31. Dezember 1910)

in dankbarer Erinnerung an die schönen Tage,
die ich als Schüler in seinem Institut zubrachte

gewidmet.

Vorwort.

Dieser Aufsatz ist im Jahre 1907 entstanden; er diente als Referat bei dem internationalen Hygienekongreß in Berlin und wurde in abgekürzter Form in den Verhandlungen dieses Kongresses publiziert. Da er an jener Stelle wenig zugänglich war, so hatte ich seit langer Zeit mit meinem Verleger verabredet, ihn in ausgearbeiteter Form separat zu publizieren. Bisher kam ich nicht dazu, ihn so umzuarbeiten, daß die seither erschienenen wichtigsten Arbeiten Berücksichtigung fanden.

Jetzt, bei den Vorarbeiten zur im Anfang des nächsten Jahres erscheinenden dritten Auflage meines Lehrbuches der Protozoenkunde, konnte ich ohne große Mühe das Manuskript druckfertig machen. Ich tat dies um so lieber, als die neueren Untersuchungen alle zur Bekräftigung meines im Jahre 1907 eingenommenen Standpunktes beigetragen haben.

München, im Dezember 1910.

Die Untersuchungen der letzten zehn Jahre haben den Mikrobiologen eine neue Welt eröffnet. Zahlreiche Organismen, deren Kleinheit und Durchsichtigkeit bisher ihre Entdeckung verhindert oder ihre genauere Untersuchung erschwert hatte, haben durch die neuesten Forschungen eine große theoretische und praktische Wichtigkeit erlangt. Unter ihnen spielen die Spirochaeten eine Hauptrolle. Sie haben in gleichem Maße das Interesse der Mediziner und der Zoologen erregt. An dieser letzteren Tatsache war nicht so sehr der Bau und die Lebenseigentümlichkeiten der Spirochaeten schuld, als vielmehr die Entdeckungsgeschichte einer Anzahl wichtiger Formen.

Bei der Untersuchung von Blutparasiten wurden wiederholt gleichzeitig Blutspirochaeten beobachtet und genauer untersucht. Zur Untersuchung wurden dann in der Regel dieselben Methoden angewendet, wie zur Untersuchung der tierischen Blutparasiten. So wurden die Untersucher unwillkürlich zu einer Vergleichung der verschiedenen ihnen vorliegenden Organismen veranlaßt. Ihren wesentlichen Impuls erhielt diese Betrachtungsweise, als ein Zoologe, Fritz Schaudinn, in der Spirochaete pallida den Erreger der Syphilis nachwies. Er gelangte zu dieser Entdeckung im Anschluß an das Studium blutbewohnender Flagellaten. Die von ihm im Steinkauz und der Stechmücke studierten trypanosomenähnlichen Protozoen hatten sich unter bestimmten Verhältnissen in fadendünne Stadien umgewandelt, welche Schaudinn mit Spirochaeten verglichen hat.

Wie berechtigt dieser Vergleich zunächst war, davon habe ich mich selbst in jüngster Zeit überzeugen können. Selbst die massigen, breitblattförmigen Trypanosomen des Frosches können sich unter Umständen in vollkommen fadenförmige Stadien umwandeln, welche ganz außerordentlich an Spirochaeten erinnern. Wenn man solche Individuen konserviert und mit den üblichen Färbungsmethoden untersucht, so gelingt es oft nicht mehr, einen einheitlichen Kern nachzuweisen und der für die Trypanosomen so charakteristische Blepharoplast tritt ebenfalls nicht mehr hervor. Dies, gleichzeitig mit der Bewegungsart der spirochaetenähnlichen Trypanosomenstadien, kann sehr leicht die Meinung veranlassen, daß die Spirochaeten nichts anderes seien, als solche fadendünnen Trypanosomen.

Diese Meinung wurde auch ausgesprochen, zunächst als vorsichtige Theorie behandelt, dann aber mit immer größerer Sicherheit sogar der Systematik zugrunde gelegt. Man begann die Spirochaeten direkt als nächste Verwandte der Trypanosomen zu betrachten und mit ihnen gemeinsam der Klasse der Flagellaten einzuordnen.

Die genaue Untersuchung der Spirochaeten, die sofort von Hunderten von Forschern in Angriff genommen wurde, brachte bald eine Reaktion gegenüber dieser Anschauung. Gerade der Widerstreit der Meinungen bildete die wichtigste Anregung, als deren Folge in den letzten Jahren eine Menge von Tatsachen über den Bau und die Lebensweise der Spirochaeten zutage gefördert wurde. Trotzdem ist die Spirochaetenforschung ein Gebiet, zu dessen Erschließung für die Wissenschaft kaum die ersten Schritte getan sind. Ich habe es daher für zweckmäßig gehalten, die allgemeinen Gesichtspunkte, nach denen die Erforschung der Spirochaeten vor sich gehen muß, in den Vordergrund der Erörterung zu stellen. Und zwar hielt ich es für richtig, Ihnen nicht diejenigen Tatsachen vorzutragen,

welche Sie als Hygieniker besser beurteilen können als ich, sondern diejenigen Probleme zu behandeln, welche dem Zoologen näher stehen. Wir werden dabei mehr Fragen zu stellen, als Antworten zu geben haben: aber es gehört ja zu den wichtigsten Aufgaben dieses Kongresses, durch richtige Fragestellung die Forschungsarbeit zu organisieren.

Das Problem, welches uns vor allem beschäftigen soll, ist die Frage nach der Natur der Spirochaeten, d. h. nach der Stelle, welche sie unter den lebenden Organismen einnehmen.

Bei der Erforschung der Verwandtschaft von Organismen untereinander bedient sich die Wissenschaft gewisser Gruppen von Erscheinungen, welche dann für eine Verwandtschaft von Organismen sprechen, wenn sie bei den untersuchten Formen Übereinstimmungen zeigen, während der Grad der etwa nachgewiesenen Abweichungen uns einen Anhaltspunkt dafür gibt, wie weit wir die betreffenden Formen im System voneinander trennen müssen. Bei dem gegenwärtigen Stand unserer Kenntnisse sind wir zur Beurteilung dieser Fragen auf zwei Gruppen von Erscheinungen angewiesen:

1. auf den morphologischen Aufbau der Organismen,

2. auf die morphologischen Veränderungen, welche die Organismen im Laufe ihres Lebens erfahren.

Die Chemie und Physiologie der Organismen liefert bei dem gegenwärtigen Stand unseres Wissens nur sekundäre Gesichtspunkte zur Beurteilung der Verwandtschaft. Doch sind gerade bei den Spirochaeten auch in dieser Beziehung einige interessante und wichtige Tatsachen zu berichten.

Die Organismen, welche wir gegenwärtig unter dem Namen der Spirochaeten zusammenfassen, besitzen einen fadenförmigen Körper von spiralgewundenem Bau. Die meist beobachteten Stadien der Spirochaeten sind sehr lebhaft beweglich. Diese Eigenschaften machen sie gewissen Organismen ähnlich, welche

typische Bakterien sind: den Spirillen. Ursprünglich wurden Spirochaeten und Spirillen als nächstverwandte Formen betrachtet und noch bis in die neueste Zeit findet man die Namen Spirochaete und Spirillum in der Literatur oft einander ersetzend. Es hat sich aber gezeigt, daß unter den farblosen, beweglichen, spiralförmigen Mikroorganismen sich in der Hauptsache zwei Gruppen unterscheiden lassen, welche durch gewisse konstante Unterschiede gekennzeichnet sind. Und da die Formen der einen Gruppe in wichtigen Eigenschaften mit der zuerst von Ehrenberg beschriebenen Spirochaete plicatilis übereinstimmen, während sie sich von den von dem gleichen Autor beschriebenen Spirillumarten unterscheiden, so hat man mit Recht die Formen der ersten Gruppe als Spirochaeten von den die zweite Gruppe bildenden Spirillen getrennt. Dabei ging man zunächst von der Ansicht aus, daß alle als Spirochaeten bezeichneten Organismen als einheitliche Gruppe den Spirillen gegenüberstünden.

Es frägt sich nun, welche Bedeutung wir den Unterschieden dieser beiden Gruppen beilegen. Betrachten wir sie als unwesentlich, so müssen wir die Spirochaeten als echte Bakterien ansehen. Schreiben wir ihnen eine größere Bedeutung zu, so folgt daraus, daß die Spirochaeten von den echten Bakterien zu trennen sind, und es frägt sich dann, an welcher Stelle des Systems der Organismen sie unterzubringen sind.

Wir werden bei unseren Erörterungen also zunächst von einem Vergleich des Baues und der Entwicklung der Spirochaeten und Spirillen auszugehen haben.

Eine Spirochaete ist ein fadendünner, spiralgewundener Organismus, der oft an beiden Enden zugespitzt ist, doch kommen auch Formen mit abgestumpften Enden vor. Suchen wir einen Einblick in den feineren Bau zu gewinnen, so stellen sich uns bei den verschiedenen Spirochaetenformen verschiedenartige Schwierigkeiten entgegen. Die bisher bekannten Spiro-

chaeten besitzen sehr verschiedenartige Körperdimensionen: während Formen beschrieben sind, die nur etwa 1 μ lang sind, messen die längsten Spirochaeten ca. 500 μ. Alle bekannten Formen besitzen aber eine außerordentlich geringe Breite, welche selbst bei den längsten Formen nicht über $1\,^1/_2$—2 μ hinausgeht. Diese geringe Breite bringt es mit sich, daß es sehr schwer ist, in den feinen und durchsichtigen Körpern der lebenden Spirochaeten Einzelheiten der Struktur zu erkennen. Die Schwierigkeiten, welche sich der Untersuchung entgegenstellen, sind bei den kleinen Formen noch viel bedeutendere als bei den großen. Wenden wir unsere Aufmerksamkeit zuerst den letzteren zu. Bei ihnen können wir einen komplizierteren Bau erkennen. Schon im Leben läßt sich eine äußere Hüllschicht von einem zentralen Teil des Körpers scharf unterscheiden, der zentrale Teil enthält stärker und schwächer lichtbrechende Substanzen, welche bei der Färbung einen helleren und dunkleren Ton annehmen. In einer schwächer lichtbrechenden Grundsubstanz lassen sich stärker lichtbrechende unregelmäßig angeordnete Granulationen wahrnehmen. Bei den größten Formen ist eine deutliche Vakuolisierung zu erkennen, welche mitunter sehr regelmäßige Anordnung von Gerüstsubstanz und Flüssigkeitsalveolen in der Art einer Schaumstruktur zur Folge

Fig. 1.
Spirochaete Balbianii Certes (Orig. nach gefärbtem Präparat).

hat. Man erkennt dann, daß die gröberen Granulationen in der Gerüstsubstanz eingelagert sind.

Bei der Untersuchung im gefärbten Zustande erinnert der Körper einer Spirochaete sehr an denjenigen eines Bakteriums. Ebensowenig wie bei den Bakterien können wir uns aber bei den Spirochaeten über die Bedeutung der färbbaren Granulation eine genaue Vorstellung machen. Wir können immerhin feststellen, daß je nach den Entwicklungs- und physiologischen Zuständen der Spirochaeten sich Mengenverhältnisse, Strukturen und Anordnungen dieser Substanzen im Innern des Körpers ändern können. Man hat besonders im Anschluß an die Forschungen von Schaudinn versucht, bei den Spirochaeten einen Zellkern und einen Blepharoplast nachzuweisen und als dieser Nachweis mißlungen war, suchte man einen Ausweg in einem Vergleich gewisser Strukturen des Spirochaetenkörpers mit jenen Elementen der Trypanosomenzelle. Neuere Untersuchungen haben diesem Vergleich den Boden entzogen, wir können jetzt daran festhalten, daß im Zellbau die großen Spirochaeten den größeren Bakterienarten sehr ähnlich sind. Bei den großen, in Muscheln lebenden Spirochaeten besteht die zentrale Hauptmasse des Körpers aus einer Alveolenreihe mit dicken, stark färbbaren Wänden (vgl. Fig. 1). Ähnliche Bilder treten auch auf Präparaten der im Wasser lebenden Spirochaete plicatilis auf (vgl. Fig. 2). Doch wird bei ihr die Anordnung der Alveolen etwas durch den eigenartigen Achsenfaden, der dieser Art eigentümlich ist, beeinflußt. Im Körper dieser Form lassen sich auch sehr regelmäßig angeordnete Granulationen nachweisen, welche in kurzen Abständen zu beiden Seiten des Achsenfadens angeordnet sind. Sie entsprechen in ihren Reaktionen den von Bütschli so benannten „roten Körnern“ der Bakterien, deren Substanz als Repräsentant des Chromatins der höheren Organismen betrachtet wird. Neben ihnen, aber unregelmäßig

angeordnet, kommen bei Spirochaete plicatilis auch Volutinkörner vor.

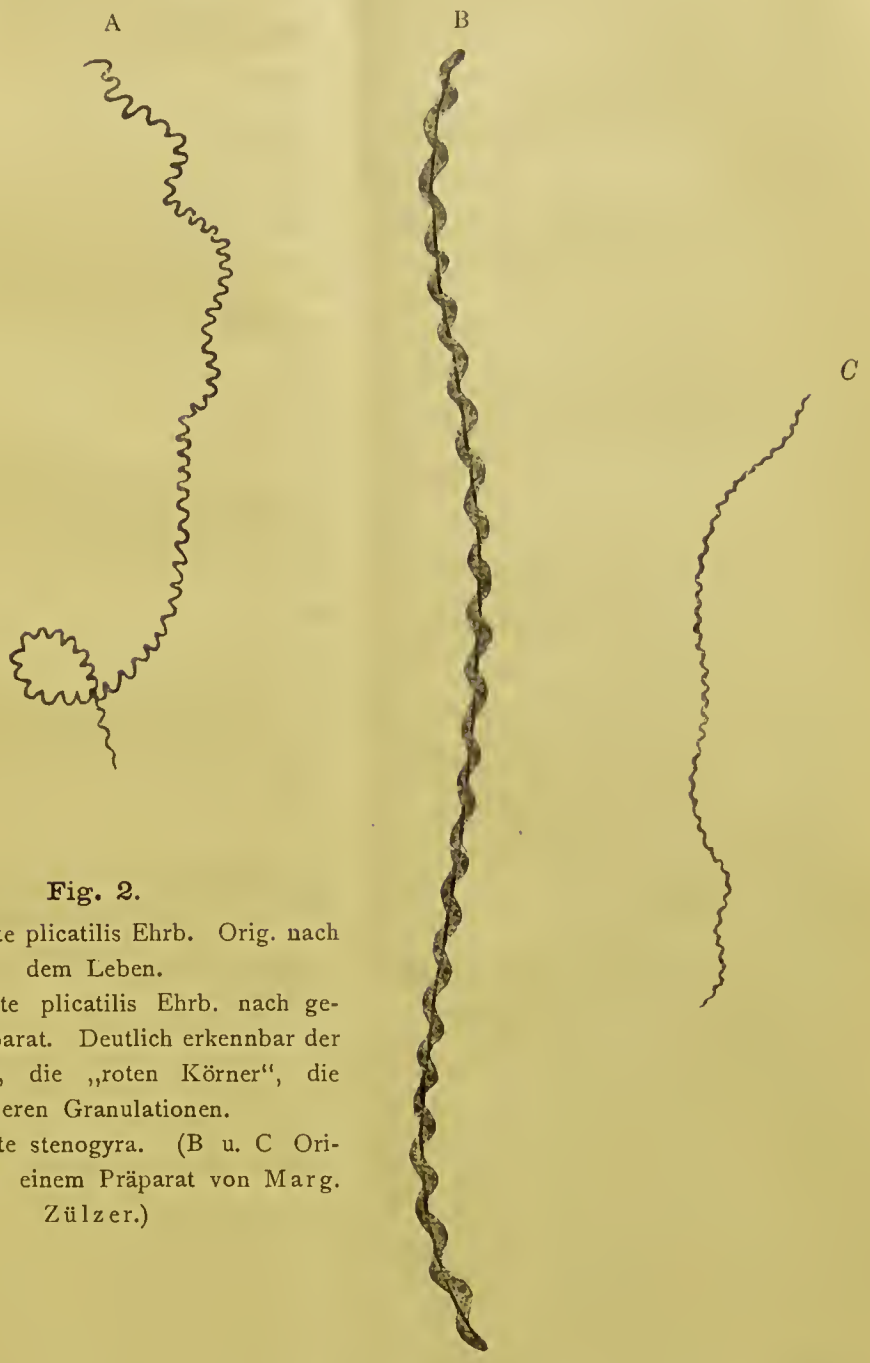

Fig. 2.

A Spirochaete plicatilis Ehrb. Orig. nach dem Leben.

B Spirochaete plicatilis Ehrb. nach gefärbtem Präparat. Deutlich erkennbar der Centralfaden, die „roten Körner", die feineren Granulationen.

C Spirochaete stenogyra. (B u. C Originale nach einem Präparat von Marg. Zülzer.)

Viel weniger als von den großen Arten wissen wir selbstverständlich über den Bau der kleineren Arten. Im Leben können wir in ihrem Körper kaum einige Granulationen er-

kennen und bei den üblichen Färbungsmethoden färben sie sich sehr leicht gleichmäßig intensiv, sodaß Details im inneren Aufbau nicht zu unterscheiden sind. Manchmal läßt sich ein peripherer heller gefärbter Saum von einem intentiv gefärbten zentralen Teil unterscheiden. In seltenen Fällen sind auch Bilder gesehen worden, welche in ähnlicher Weise wie bei den großen Formen auf das Vorhandensein einer Alveolenreihe schließen lassen. Eventuell kommt bei ihnen auch ein Centralfaden vor (vgl. Fig. 6). Auch lassen sich bei Anwendung von speziellen Färbungsmethoden vereinzelte Granulationen von der Hauptmasse des Körpers differenzieren. Doch können wir über die Bedeutung dieser Bilder nur Vermutungen äußern.

Bei manchen der größeren Spirochaeten ist der Querschnitt des Körpers nicht drehrund sondern quer gestreckt, der Körper ist bandförmig abgeplattet. Auf gefärbten Präparaten, besonders solchen, welche am Objektträger angeklebt sind, scheint an dieser Verbreiterung des Körpers eine dünne Lamelle von besonderer Beschaffenheit und starker Färbbarkeit wesentlichen Anteil zu haben (vgl. Fig. 1). Sie wird gewöhnlich so dargestellt, als ob sie an der einen Schmalkante des Körpers in Spiralwindung entlang verliefe. Diese bei großen Spirochaeten sehr deutliche Lamelle ist von den einen als gallertartige Ausscheidung, von den andern als wichtiger Bestandteil des lebenden Körpers gedeutet worden. Letzteres trifft wohl unzweifelhaft zu. Bei den größeren Formen ist diese Bildung so sehr den undulierenden Membranen der Trypanosomen ähnlich, daß zahlreiche Beobachter nicht zögerten, sie für eine entsprechende undulierende Membran zu erklären. Es ist sehr schwer, ein derartiges Gebilde am lebenden Tier zu untersuchen, da die Bewegungen vieler Spirochaeten außerordentlich rasch sind. Ist die Spirochaete irgendwie geschädigt, so werden ja ihre Bewegungen verlangsamt, aber wir müssen mit der Möglichkeit rechnen, daß dann gewisse Strukturen ihres

Körpers schon gelitten haben. Die Beobachtung des lebenden Objektes spricht jedenfalls dafür, daß die äußere Hülle des Spirochaetenkörpers eine wichtige Rolle bei der Bewegung spielt.

Rascher aktiver Ortswechsel wird bei den Mikroorganismen wie bei den höheren Tieren bewirkt:

1. durch Rückstoß ausgepreßter Flüssigkeiten,
2. durch Formänderung des Körpers resp. Verlagerung seiner Bestandteile,
3. durch Hebelwirkung von Körperfortsätzen.

Der erstere Modus kommt bei den Spirochaeten nicht in Betracht, der dritte ist die charakteristische Bewegungsform der Spirillen. Es wird für unsere Betrachtungen vorteilhaft sein, wenn wir von einem Vergleich der Organisation der Spirillen mit den Spirochaeten ausgehen. Untersuchen wir Spirillen mit geeigneten Methoden, etwa bei Dunkelfeldbeleuchtung, so erkennen wir, besonders bei den größeren Formen von Spirillen, daß eine größere oder geringere Anzahl von Geißeln die Bewegung vermitteln. Der Körper der Spirille ist starr, er verändert seine Umrisse nicht oder doch nur in ganz geringem Maße. Während er sich durch das Wasser vorwärts schraubt, sind nur die über ihn herausragenden Geißeln bei der Arbeit. Es ist leicht nachzuweisen, daß bei den großen Formen diese Geißeln mit dem Protoplasma des Bakterienleibes in Verbindung stehen, welcher selbst wie eine Pflanzenzelle von einer starren Membran umschlossen ist. Diese Membran, welche dauernd die Form einer spiralgekrümmten Röhre beibehält, hindert den Zellkörper unter den normalen Verhältnissen seine Form zu verändern. Ähnlich wie bei Pflanzenzellen kann man aber auch bei einer Spirillenzelle durch experimentelle Beeinflussung den die Membram ausfüllenden Plasmaschlauch zu einer Formveränderung zwingen. Bringt man lebende Spirillen in eine hypertonische Salzlösung

(etwa von mehreren Prozenten Kochsalzgehalt), so löst sich der Plasmaschlauch infolge des Wasserverlustes zunächst nur an den Seiten von der Zellmembran los, und man sieht innerhalb der durch die Zellmembran gebildeten Spirale eine zweite, enger gewundene Spirale auftreten (vgl. Fig. 3A—F). Der länger aber dünner gewordene Plasmaschlauch ist, wie die Botaniker sich ausdrücken, durch Plasmolyse von der Membran abgelöst worden. Eine Spirille kann in diesem Zustand noch recht gut weiterleben; ihre Geißel schlägt noch und

Fig. 3.

Spirillum undulans A—G sieben Stadien der fortschreitenden Plasmolyse bei Einwirkung von 5proz. Kochsalzlösung (Orig. n. kons. Präparat).

zwar hängt sie, wie man deutlich sehen kann, noch mit dem kontrahierten Plasmaschlauch zusammen. Die Spirille ist also noch gut beweglich und kann, wenn man sie wieder in Wasser bringt, ihr normales Aussehen vollkommen wieder erlangen. Läßt man jedoch die Salzlösung länger einwirken und durch Verdunstung konzentrierter werden, so gehen an dem Plasmaschlauch weitere Veränderungen vor sich, schließlich löst er sich in eine Reihe von Tropfen auf (vgl. Fig. 3G). So entstehen sehr eigenartige Bilder, welche auch beim Anfertigen eines gewöhnlichen Trockenpräparates häufig auftreten und zu falschen Deutungen über Vorgänge im Zellkörper der Spirillen verleiten können.

Eine derartige Plasmolyse gelingt bei den Spirochaeten nicht, der Spirochaetenkörper ist nicht von einer starren Membran umhüllt. Es gelingt zwar bisweilen eine Abhebung der äußersten Schicht der Pellikula von dem Plasma zu erzielen. Es ist dies vor allem in hypotonischen Lösungen der Fall. Der Vorgang weicht deutlich von der prompten Plasmolyse der Spirillen ab.

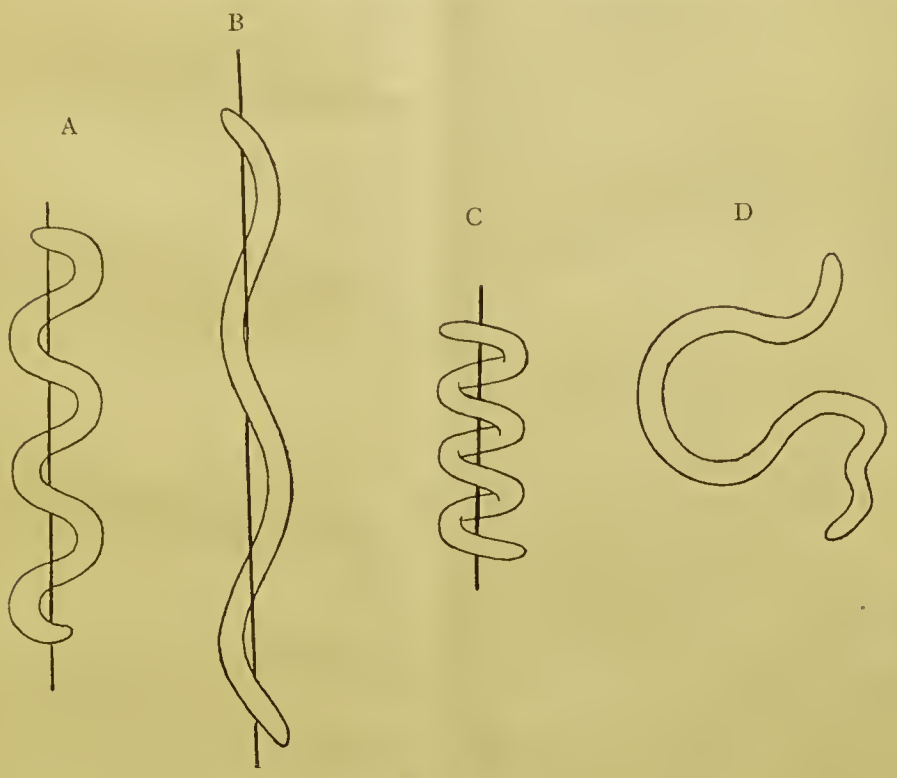

Fig. 4.

Bewegungsformen von Spirochaete culicis. A—C Formen der rotierenden Spirale. D Schlängelnde Bewegung (nach Jaffé aus Doflein).

Indem wir dies feststellen, können wir gleichzeitig beobachten, daß die Bewegung der Spirochaeten im Gegensatz zu derjenigen der Spirillen dem zweiten der obenerwähnten Typen entspricht: sie erfolgt unter Formänderung des Körpers. Eine Spirochaete unterscheidet sich von einer Spirille sehr auffällig, durch eigentümlich tastende, kriechende Bewegungen; ferner kann man wahrnehmen, daß bei ihren Bewegungen, besonders wenn sie auf einer Unterlage sich zu bewegen gezwungen ist.

wobei vielfach Ausscheidung einer klebrigen Substanz vorzukommen scheint, die Breite des Körpers wechselt. Man kann unter Umständen wahrnehmen, daß das eine Körperende kugelig anschwillt, man kann auch eine Verdickung wie eine Welle den Körper entlang laufen sehen. Mitunter führt der Körper sehr intensive schlängelnde wurmartige Bewegungen aus (vgl. Fig. 4).

Fig. 5. Spirochaete Duttoni. Deformationen des metabolen Körpers (nach Breinl aus Doflein).

Die Gesamtheit dieser Bewegungen ist dadurch ermöglicht, daß der Spirochaetenkörper „metabolisch" ist. Ein solcher Metabolismus kann nur vorkommen bei einem Körper, den keine starre Membran umgibt. Bei den Protozoen kennen wir eine solche Fähigkeit zum Formwechsel nur bei solchen Arten, welche entweder ein nacktes Protoplasma oder zarte pellikulare Bildungen als Hüllschichten besitzen. Bei den Spirochaeten ist offenbar eine zarte, einer Pellikula vergleichbare Hüllschicht von großer Elastizität vorhanden. Manche Autoren bezeichnen diese Pellikula bei Spirochaeten und Flagellaten als Periplast. Diese Bezeichnung hat schon zu manchen Mißverständnissen und falschen Auffassungen Anlaß gegeben. Da die Bezeichnung Pellikula sich für alle Protozoen zur Bezeichnung zarter plasmatischer Körperhüllschichten längst eingebürgert hat, so sollte man den Ausdruck Periplast lieber ganz vermeiden. Die Pellikula ist als ein Bestandteil des lebenden Zelleibs anzusehen und unterscheidet sich dadurch wesentlich von den Membranbildungen der Bakterien.

Daß eine solche und nicht eine Membran bei den Spirochaeten den Körper bekleidet, wird außer durch die Beobachtungen am lebenden Objekt auch durch die Löslichkeit der Hüllschicht in Galle und taurocholsaurem Natron wahrscheinlich

gemacht. Während diese Flüssigkeiten auf die Membranen von Bakterien und Pflanzen keinen Einfluß haben, werden die Hüllschicht der Spirochaeten und ebenso die pellikularen Hüllschichten der Protozoen von ihnen aufgelöst.

Es ist wohl kein Zweifel, daß diese elastische Pellikula bei der Bewegung der Spirochaeten eine Hauptrolle zu spielen hat. Wir sind geneigt, auf Grund unserer gegenwärtigen Kenntnisse, der Pellikula hauptsächlich die Rolle eines elastischen Antagonisten gegenüber der kontrahierenden Wirkung des zentralen Körperteils zuzuschreiben. Bei dieser Funktion spielen eventuell Fasern, welche bei den großen Spirochaeten in größerer Anzahl in der Pellikula vorkommen, eine wesentliche Rolle.

Nach den neuesten Untersuchungen ist es aber wieder zweifelhaft geworden, ob die oben erwähnte bei den großen Spirochaeten den Körper verbreiternde Lamelle eine undulierende Membran ist und ob entsprechende Bildungen bei den Spirochaeten überhaupt allgemein verbreitet sind. Bei den undulierenden Membranen der Flagellaten ist in der Regel ein starker Randfaden vorhanden, von dem wir annehmen, daß er elastisch ist, und gegen die Kontraktionsbewegungen des Protozoenkörpers als Antagonist wirkt. Die eigentliche Lamelle der undulierenden Membran, welche nach außen von dem Randfaden begrenzt wird, besteht nach dieser Auffassung in der Hauptsache aus der Substanz der Pellikula.

Einen solchen Randfaden glaubte man nun bei den großen Spirochaeten, welche im Kristallstiel und sonstwo im Darmkanal von Muscheln vorkommen, nachgewiesen zu haben. Die Bilder, welche man z. B. von der Austernspirochaete im gefärbten Präparat erhält, machen zunächst ganz und gar den Eindruck, als besäße dieser Organismus eine mächtige, undulierende Membran mit sehr starkem Randfaden. Schellack, welcher neuerdings diese und verwandte Formen sehr sorgfältig

untersucht hat, ist jedoch zu der Überzeugung gekommen, daß alle diese Bilder auf Kunstprodukte zurückzuführen sind. Er ist der Ansicht, daß beim lebenden Tier die Pellikula allseitig gleichmäßig ausgebildet sei, wie ein Mantel den Zentralkörper umhülle, und daß alle Präparate, in denen scheinbar eine deutliche, undulierende Membran vorhanden ist, durch Schädigungen zu erklären seien, welche eine einseitige Schrumpfung der Pellikula zur Folge gehabt hätten.

Nach den neuesten Untersuchungen von Gross ist diese Auffassung jedenfalls nicht richtig. Auch ich konnte mich überzeugen, daß bei nicht geschädigten Muschelspirochaeten die einer undulierenden Membran gleichende Lamelle, im Leben deutlich erkennbar sein kann.

Es ist aber dennoch sehr schwer zu entscheiden, ob die bei den großen Spirochaeten gefundenen lamellösen Verbreiterungen des Körpers den undulierenden Membranen der Flagellaten entsprechende Bildungen darstellen. Im vollen Sinne des Wortes homologe Bildungen sind sie sicher nicht, ebensowenig wie die, in ganz anderer Weise zusammengesetzten undulierenden Membranen der ciliaten Infusorien. Doch besitzen sie eine ähnliche Bedeutung für die Lokomotion der Spirochaeten wie die undulierenden Membranen mancher Flagellaten. Daß sie aber nicht, wie man ursprünglich annahm, das Hauptbewegungsorganell ihrer Träger sind, das beweist ihr Fehlen bei zahlreichen Spirochaeten.

Spirochaete plicatilis z. B. besitzt keine undulierende Membran. Sie hat einen kreisförmigen Querschnitt; im Innern ihres Körpers zieht sich ein schnurgerader Zentralfaden hin, um den sich die Körpermasse gleichsam herumwindet. Die Körpermasse ist sehr gleichmäßig gewunden und enthält, wie neuerdings M. Zülzer in Bestätigung der früheren Angaben Bütschlis gezeigt hat, zu beiden Seiten des Zentralfadens in regelmäßiger Anordnung färbbare Körnchen (vgl.

Fig. 2). Die Organisation dieser Form, welche ja den Typus für die ganze Gruppe darstellt und ihr den Namen gegeben hat, scheint also nach diesen Untersuchungen sehr von derjenigen der übrigen Spirochaeten abzuweichen.

Es frägt sich allerdings, welche Bedeutung wir diesen Unterschieden in der inneren Organisation zuschreiben dürfen. Um dies zu erörtern, müssen wir zunächst die Organisation der übrigen Spirochaeten resp. zu den Spirochaeten gerechneten Organismen besprechen.

Da ist zunächst hervorzuheben, daß alle neueren Untersucher darin übereinstimmen, daß entgegen den früheren Angaben bei den kleineren Spirochaeten, speziell den pathogenen Formen, keine undulierenden Membranen vorkommen.

Höchstens wären folgende Beobachtungen zu erwähnen, welche aber meist nicht als Beweis für das Vorkommen undulierender Membranen angesehen worden sind. Außer der Bewegung durch Formänderung kommt nämlich bei manchen Spirochaeten auch gelegentlich Lokomotion mit Unterstützung durch Körperfortsätze vor; speziell bei Spirochaete pallida verlängert sich der Körper an beiden Enden in lange geißelartige Fortsätze, welche bei der Bewegung eine wichtige Rolle spielen müssen. Bei anderen Formen, z. B. Spirochaete recurrentis, Duttoni etc. ist nur an einem Ende ein solcher Fortsatz vorhanden (vgl. Fig. 6). Diese Fortsätze zeigen nicht die Regelmäßigkeit in bezug auf Länge und Ursprungsstelle wie die Geißeln der Spirillen. Man könnte also eventuell daran denken, daß es sich um einen Achsenfaden handelt, ähnlich wie er bei den Trypanosomen vorkommt, bei welchen er die Bildung von Geißeln und undulierender Membran beeinflußt. Doch ist es kaum möglich, einen solchen Vergleich mit Sicherheit durchzuführen, da die erwähnten Beobachtungen bei sehr kleinen und zarten Spirochaeten gemacht worden sind.

In diesem Zusammenhang sei noch hervorgehoben, daß

die Geißeln der Spirochaeten meist vom Körper nicht sehr scharf abgesetzt sind, sondern daß ein allmählicher Übergang stattfindet. Bei den Spirillen dagegen entspringen sie meist fast senkrecht aus der gerade abgeschnittenen Membran an einer Schmalseite des Körpers. Auch sei nochmals betont, daß das Vorkommen von Blepharoplasten ganz unbewiesen ist. Es kommen wohl Verdickungen des Zentralfadens vor, z. B. bei Spirochaete plicatilis; deren Deutung als Blepharoplast ist aber durchaus willkürlich.

Fig. 6.
Spirochaete aus Ulcus tropicum mit Zentralfaden und Geißel G (nach Prowazek aus Doflein).

Vergleichen wir nun die übrigen bekannten Spirochaeten in ihrem Bau einerseits mit Spirochaete plicatilis, andererseits mit den kleinen kommensalen und pathogenen Spirochaeten, so müssen wir gestehen, daß auf den ersten Blick ziemlich große Verschiedenheiten vorzuliegen scheinen. Es ist nicht ausgeschlossen, daß fernere Untersuchungen uns darüber belehren werden, daß die jetzt als Spirochaeten bezeichneten Organismen gar keine einheitliche Gruppe bilden, sondern daß sie in kleinere Gruppen gesondert werden müssen, welche an ganz verschiedene Kategorien des Organismenreichs anzuschließen sind.

Vorläufig sind wir zu einer solchen Spaltung noch nicht genötigt; der Bau der Hüllschicht und der Lokomotionorganellen zwingt uns jedenfalls nicht dazu. Wir können die verschiedenen „Spirochaeten“formen in eine Reihe ordnen, welche die verschiedenen Organisationstypen kontinuierlich miteinander verbindet. Nehmen wir an das eine Ende eine Form wie Spirochaete plicatilis und die ihr sehr nahe stehende Sp. stenogyra und Sp. gigantea, bei denen ein Zentralfaden im Innern des drehrunden Körpers liegt, so können wir an sie Formen anschließen, wie sie die pathogenen Spirochaeten eventuell

darstellen (Fig. 6). An diese Stelle der Reihe gehört auch eine Form, welche ich neuerdings im Darm europäischer Termiten entdeckt habe. Ich habe diese Form B. Grassi, welcher einen meiner Schüler bei der Beschaffung von Termitenmaterial in der liebenswürdigsten Weise unterstützt hatte, zu Ehren Spirochaete Grassii n. sp. genannt. Es ist dies eine Form, welche in mancher Beziehung an Sp. culicis Jaffé erinnert. Der Körper, der ca. 100 μ in der Länge und $1^1/_2$ μ in der Breite mißt, ist deutlich bandförmig abgeplattet. Die Bewegung ist die typische Spirochaetenbewegung, doch ist bei dieser Form der Gegensatz zwischen Kriech- und Schwimmbewegung besonders auffallend. Schwimmt der Organismus im freien Medium, so ist er deutlich korkzieherartig gewunden; er schraubt sich rasch vorwärts oder rückwärts durch das Medium. Auf der Unterlage kriecht er wie eine Schlange; dabei wird der Körper der Unterlage angepreßt, die Spiralform geht verloren. Die Spirochaete kriecht so vor- und rückwärts, führt tastende Bewegungen mit den Enden aus, ist bald in zahlreichen Windungen geschlängelt, bald fast gerade gestreckt. Man sieht oft die stark lichtbrechende Kante des abgeplatteten bandförmigen Körpers. Man hat den Eindruck, als sei der Hauptteil des Körpers mit der Unterlage verklebt und als erheben sich nur die Enden, um die Fortbewegung einzuleiten. Löst sich die Spirochaete von der Unterlage, so schnellt sie wie eine Sprungfeder in die Spiralform zurück; es ist dies ein leicht zu beobachtender und sehr auffallender Anblick. Auf konservierten Präparaten erkennt man bisweilen mehr, bisweilen weniger deutlich eine zentrale Alveolenreihe (Fig. 7). Auf gut gefärbten Präparaten ist ein feiner Randfaden erkennbar, welcher

Fig. 7.
Spirochaete Grassii n. sp. aus dem Darm europäischer Termiten. (Orig. nach gefärbtem Präparat.)

vielleicht nur der einen stärker färbbaren Schmalkante der Spirochaete entspricht. Wahrscheinlicher handelt es sich aber um einen sehr feinen Randfaden oder eine zarte „Crista“. Ist dies der Fall, so leitet uns diese Form direkt zu den Muschelspirochaeten über und zwar zu den Formen, welche neuerdings Gross genauer beschrieben hat. Dieser hat in der Muschel Pecten-Organismen gefunden, welche mit den bisher beschriebenen großen Muschelspirochaeten in fast allen Eigenschaften übereinstimmen. Nun sitzt aber bei den von ihm untersuchten Arten die Lamelle in Form einer „Crista“ dem Spirochaetenkörper seitlich an und besteht ausschließlich aus stark färbbarer Substanz (Fig. 8). Er leugnet das Vorhandensein eines „Periplastes“ vollkommen. Gross hat auf Grund seiner Befunde die von ihm untersuchten Formen als Gattung Cristispira abgetrennt und ist geneigt, die meisten Muschelspirochaeten zu ihnen zu ziehen. Wahrscheinlich ist bei den von ihm untersuchten Arten in der Tat eine geringere Ausbildung des pellikularen Teils der Lamelle gegeben, während bei den Austernspirochaeten ein solcher etwas besser entwickelt ist und das Bild noch weiter kompliziert. Allerdings ist zuzugeben, daß die breiten, undulierenden Membranen. wie sie für Spirochaete Balbianii und anodontae beschrieben worden sind,

Fig. 8.

Spirochaete = Cristispira pectinis Gross.
A nach Konservierung mit Flemmingscher Lösung.
B u. C nach Konservierung mit Sublimat (nach Gross).

zum Teil Kunstprodukte sind, verursacht durch mangelhafte Konservierung oder schlechte Behandlung vor der Konservierung. Sie verdanken aber ihre Bildung der sicher vorhandenen und theoretisch zu postulierenden Pellikula, welche deformiert worden ist. Ob in dem letzteren Fall die in den Präparaten deutlich erkennbare Faserung des pellikularen Teils der Lamelle als Kunstprodukt oder als natürliches Vorkommen zu deuten ist, ist schwer zu unterscheiden und muß noch weiterhin untersucht werden.

Zur weiteren Klärung der Frage nach der Organisation der Spirochaeten wird es gut sein, vorläufig drei Kategorien zu unterscheiden:

1. Spirochaeten mit Zentralfaden (Sp. plicatilis, stenogyra, event. pathogene Formen?),
2. Spirochaeten mit Crista (Cristispira, event. hierher auch Sp. Grassii),
3. Spirochaeten mit Lamelle (Sp. balbianii, anodontae usw.).

Die bisher bekannten Organisationsunterschiede zwingen noch nicht zu einer Trennung der Formen. Es ist aber möglich, daß eine solche notwendig werden wird; wahrscheinlich wird sich auf Grund des Besitzes von Zentralfaden, Crista und Lamelle mindestens die Zerlegung in Gattungen rechtfertigen lassen, wie dies auch Gross schon betont hat.

Wir wenden uns nunmehr zur Erörterung der Vermehrungsvorgänge bei den Spirochaeten. Nur eine einzige Form der Vermehrung ist bisher bei den Spirochaeten mit Sicherheit nachgewiesen worden, die gewöhnliche Zweiteilung. Während die Zweiteilung bei den Spirillen mit Sicherheit als Querteilung erkannt worden ist, hat man sich bisher nicht darüber einigen können, in welcher Richtung die Teilungsebene den Spirochaetenkörper trennt. Infolge der Beschaffenheit der Hüllschicht ist es bei den Spirochaeten recht schwer, die frühen Stadien der Teilung aufzufinden. Bei den Spirillen

bildet sich, wie bei den Bakterien, in der Teilungsebene eine stark lichtbrechende und stark färbbare Verdichtung. Sie besteht aus dem Material, welches die für die beiden Tochterzellen bestimmten Membranteile an dieser Stelle aus sich hervorgehen läßt. Wenn die beiden Tochterspirillen sich voneinander trennen, dann werden sie an dieser Stelle gleichsam durch einen glatten Schnitt voneinander gelöst. Diejenigen Stadien, welche man bei den Spirochaeten leicht beobachten kann, deuten auf einen anderen Ablauf des Teilungsvorgangs. Am häufigsten sieht man Individuen, welche in der Region, in welcher sie noch zusammenhängen, zu einem dünnen Faden ausgezogen sind, es ist, wie wenn ein Tropfen einer zähflüssigen Substanz in zwei Teile auseinander gedehnt würde (Fig. 9). Die Enden, mit denen die Tochtertiere offenbar ursprünglich zusammenhingen, verschmälern sich ganz gleichmäßig, und von einer trennenden Scheidewand ist keine Spur vorhanden. Diese Teilungsfigur ist ganz gut zu erklären, bei der Annahme einer dem Teilungsmodus der Spirillen entsprechenden Querteilung. Die Verschiedenheiten im Aussehen wären bedingt durch die Verschiedenheit im Bau der Körperhülle. Die Spirillen mit ihrer starren Membran müssen vor der Teilung neue Zwischenwände anlegen, während bei den Spirochaeten die weiche Pellikula genau so wie die Pellikula eines Infusors oder das Ektoplasma einer Amoebe auseinander gezogen wird.

Fig. 9.
Spirochaete Duttoni. Letztes Stadium der Teilung. Ausziehen des dünnen Verbindungsstranges. (Nach Breinl aus Doflein.)

In den letzten Jahren fanden nun diejenigen Beobachtungen eine besonders lebhafte Diskussion, welche für die Spirochaeten das Vorkommen einer Längsteilung zu beweisen schienen. Die Annahme der Längsteilung gründete sich zum Teil auf

theoretische Erwägungen, zum Teil auf tatsächliche Beobachtungen. Da man so sehr geneigt war, die Spirochaeten für nächste Verwandte der Trypanosomen zu halten, so war man nur allzusehr geneigt, bei ihnen nach übereinstimmenden Lebenserscheinungen zu suchen. Diese Tendenz schien in den Beobachtungen an den großen Spirochaeten eine wesentliche Stütze zu finden. Schon die ersten Beobachter der Austernspirochaete hatten Längsteilungsstadien beschrieben (Fig. 10) und glaubten keine Zweifel hegen zu dürfen, über die Ähnlichkeit der von ihnen gesehenen Stadien mit Teilungsstadien von Trypanosomen. Jene ersten Beobachter hatten sogar die Austernspirochaete direkt unter die Trypanosomen eingereiht. Tatsächlich kommen nicht selten bei den großen Spirochaeten Stadien vor, welche ganz außerordentlich an Längsteilungsstadien erinnern. Man sieht Bilder, in denen außer einem Zentralkörper mehrere spiralgewundene verdickte Fasern vorhanden sind. Und zwar beobachtet man in der Regel nur zwei solche Fasern. Was liegt näher, als sie mit der verdoppelten undulierenden Membran eines in der Teilung befindlichen Trypanosomas zu vergleichen? Ich selbst habe wiederholt solche Stadien beobachtet, ich habe auch lebende Tiere in diesem Stadium gesehen und muß bestätigen, daß man bei nicht allzu eingehender Untersuchung durchaus zu der bisher üblichen Annahme berechtigt schien.

Fig. 10.
Angebliches Teilungsbild von Spirochaete Balbianii. (Nach Lustrae aus Doflein.)

Indem man von der Ansicht ausging, daß die Längsteilung wie bei einem Trypanosoma von dem einen Ende beginne, konnte man wohl zu der Annahme gelangen, daß die vorhin erwähnten Stadien mit der fadenförmig ausgezogenen Verbindungsbrücke (vgl. Fig. 9 S. 20) nur die letzten End-

stadien einer Längsteilung darstellten. Man wies überzeugend nach, daß notwendigerweise die Schlußphase der Längsteilung einer Spirochaete nach dem Bild einer Querteilung verlaufen müsse. Man schenkte dieser Annahme um so mehr Glauben, als zur gleichen Zeit auch für eine ganze Anzahl von kleinen Spirochaeten Stadien der Längsteilung beschrieben wurden. Prowazek und Hartmann haben Längsteilungen bei einer ganzen Reihe der kleinen Spirochaetenarten nach den gefärbten Präparaten abgebildet, Schaudinn hat für Spirochaete pallida angegeben, daß er die Längsteilung in allen Stadien am lebenden Objekt verfolgen konnte. Demgegenüber wurde von Anfang an von verschiedenen Autoren, vor allem von Novy, mit aller Entschiedenheit für die kleineren Arten das alleinige Vorkommen der Querteilung behauptet.

Fig. 11. Spirochaete limae Sch. Querteilung (n. Schellack).

Da selbst die großen Spirochaeten relativ kleine Organismen sind, die kleinen Spirochaeten aber sogar sehr schwer zu beobachten sind, und da außerdem sie alle, solange sie lebenskräftig sind, sich außerordentlich rasch bewegen, so können bei der Beobachtung der Teilung sehr leicht Täuschungen vorkommen. Ja, bei den kleinen Arten sind sie wohl kaum mit Sicherheit auszuschließen. Nach neuen Untersuchungen sind aber auch bei den großen Formen Stadien der Querteilung mit Sicherheit nachgewiesen worden (vgl. Fig. 11 u. 12). Die Beobachtungen, welche bisher so einwandfrei für das Vorkommen der Längsteilung zu sprechen schienen, sollen einer eigenartigen Schädigung der Spirochaeten ihren Ursprung verdanken. Die großen Spirochaeten sollen außerordentlich empfindlich sein. Sobald sie nicht mehr ihre volle Beweglichkeit haben, sollen sie schon geschädigt sein. Diejenigen Individuen,

die man lebend oder auf konservierten Präparaten als Teilungsstadien zu erkennen glaubt, sollen nichts anderes sein, als Individuen, deren Pellicula eigenartige Schrumpfungen erfahren hat. So sollen nicht selten dadurch, daß bei dem Schrumpfen die Fibrillen der Pellicula sich hauptsächlich in zwei Bündeln vereinigen, die scheinbaren Verdopplungen der undulierenden Membran zustande kommen. Ich glaube nicht recht an diese Deutung der Längsteilungsbilder. Besonders ist mir eine solche Annahme gegenüber den sehr bestimmten Angaben Schaudinns und Fanthams nicht einleuchtend. Ich bin mehr geneigt anzunehmen, daß in gewissen Phasen des Lebens der Spirochaeten leicht plasmogamische oder sonstwie bedingte Verschmelzungen vorkommen, welche sich eventuell wieder lösen, und wenn ein solcher Vorgang beobachtet wird, muß er ja zur Deutung als Längsteilung führen.

Übrigens hat Gross bei seinen Cristispiren beobachtet, daß vor der Querteilung eine merkwürdige parallele Faltung resp. Aneinanderlagerung der beiden Hälften des Spirochaetenkörpers („Inkurvation") vorkommt, welche auch eventuell zu Täuschungen, zu falschen Deutungen im Sinn einer Längsteilung Anlaß geben könnte (Fig. 12).

Es läßt sich also gegenwärtig nicht mit Sicherheit entscheiden, ob bei den Spirochaeten Längsteilung überhaupt vorkommt; während sie noch vor einigen Jahren sichergestellt schien, ist sie jetzt wieder fraglich geworden. Und daran wird wohl auch die Annahme eines neueren Untersuchers nichts ändern, welcher bei den kleinen Spirochaeten des Säugetierblutes bemerkt zu haben glaubt, daß beide Formen der Teilung vorkämen. Er nimmt an, daß im Beginn des Anfalls bei der Spirochaetenerkrankung die Längsteilung, später jedoch beim Abklingen des Anfalls Querteilung vorkommt. Wir haben schon bei den großen Spirochaeten hervorgehoben, wie schwer die sichere Konstatierung des Teilungsmodus ist;

bei den kleinen, krankheitserregenden Formen ist sie sicherlich noch ganz außerordentlich viel schwieriger.

Irgend eine Form multipler Vermehrung ist bei den Spirochaeten bisher nicht bekannt geworden; die öfter beobachtete Kettenbildung von mehreren Individuen ist auf unvollständige Zweiteilung zurückzuführen. Immerhin scheint es möglich, das Spirochacte plicatilis sich durch spontanen Zerfall in viele kleine Bruchstücke vermehrt und daß dies eine reguläre Form der multiplen Vermehrung darstellt.

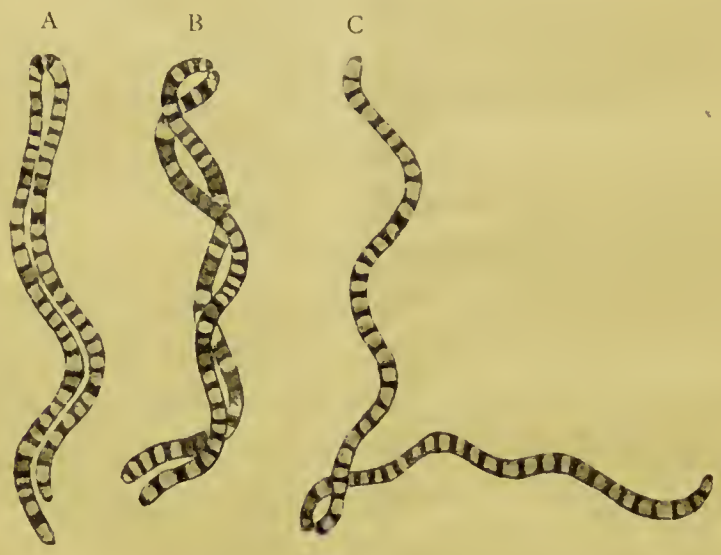

Fig. 12.

Spirochaete = Cristispira pectinis Gross. Teilungsstadien. A u. B „Inkurvation" vor der Teilung (nach Gross).

Über das Vorkommen von geschlechtlichen Vorgängen bei den Spirochaeten wissen wir bisher nichts. Es existieren zwar in der Literatur eine ganze Anzahl von Angaben über geschlechtliche Fortpflanzung von Spirochaeten. Diese Angaben beruhen alle auf der Beobachtung von different gebauten Spirochaeten am gleichen Orte. In dem differenten Bau von Individuen, die man als zur gleichen Art gehörig ansehen durfte, glaubte man ein Anzeichen der Ausbildung von geschlechtlich differenzierten Individuen sehen zu dürfen.

Die Unterschiede zwischen den beiden Formen, die man feststellte, waren Längen- und Breitendimensionen und der relative Reichtum an färbbaren Inhaltskörpern. Gelegentlich sah man auch derart verschieden gestaltete Individuen dicht aneinander gelagert und deutete dies als beginnende Verschmelzung. Die meisten derartigen Beobachtungen wurden an toten, gefärbten Präparaten gemacht. Alle die erwähnten Befunde sind nur durch Analogieschluß für Anzeichen von geschlechtlichen Differenzierungen und Vorgängen erklärt worden. Eine lückenlose Reihe von Beobachtungen, welche hierzu berechtigte, liegt nicht vor.

Es ist ferner für keine Spirochaete ein Entwicklungskreis nachgewiesen, welcher durch eine Kombination verschiedener Formen, Generationen oder Geschlechtsindividuen charakterisiert wäre.

Fig. 13.
Spirochaete Balbianii. Stadien der Aufrollung und angeblichen Encystierung. (Nach Perrin aus Doflein.)

Somit besteht auch keinerlei Veranlassung, die von Schaudinn selbst aufgegebene, enge Verknüpfung der Spirochaeten mit trypanosomenähnlichen Organismen aufrecht zu erhalten.

Es ist wahrscheinlich, daß bei manchen Spirochaeten Dauerzustände vorkommen, welche ihnen ermöglichen, Perioden der Trockenheit zu überstehen. Doch sind keinerlei Bildungen bekannt geworden, welche mit den Bakteriensporen zu vergleichen wären. Was man bisher als Bildung von Dauerzuständen bei den Spirochaeten gedeutet hat, erinnert vielmehr an die Cystenbildung von Protozoen. Man hat Aufknäulungen der fadenförmigen Körper zu Kugeln beobachtet und glaubt, daß dabei der ganze Körper der Spirochaeten zu einer einheitlichen Masse zusammenfließt, welche sich dann mit einer

festen Hülle umkapselt (Fig. 13). Doch wollen manche Autoren in den beschriebenen Bildungen nur Absterbeerscheinungen erblicken. Wie wir gleich sehen werden, müssen wir wohl für einen Teil der Spirochaeten das Vorkommen von irgendwelchen Dauerformen voraussetzen, für die pathogenen Formen werden solche wohl ebensowenig notwendig sein, wie für die ähnlich wie sie lebenden pathogenen Protozoen.

Die Spirochaeten kommen an Orten vor, an denen sowohl Bakterien als auch Protozoen gefunden werden können. Man findet sie in Flüssigkeiten, welche an organischen Verbindungen reich sind, also in fauligem Wasser; besonders häufig auch auf der Schleimhautoberfläche, z. B. im Darm von verschiedenen Organismen; sie kommen häufig in den äußeren Schichten von Wunden und in Geschwüren vor, die wichtigen Krankheitserreger finden sich im Gewebe und im Blut. Wir unterscheiden unter ihnen Saprozoen, harmlose Kommensalen, Parasiten und Krankheitserreger. Während für die beiden ersten Gruppen die Art der Verbreitung noch ganz unbekannt ist, während wir z. B. nicht wissen, wie sich die Muscheln mit ihren Spirochaeten infizieren, ist die Art der Übertragung bei den Krankheitserregern genauer studiert. Merkwürdigerweise erinnert der Übertragungsmodus zunächst sehr an denjenigen der Trypanosomen. Wie Trypanosoma equiperdum von der Oberfläche des Körpers beim geschlechtlichen Verkehr übertragen wird, so wird Spirochaete pallida in der gleichen Weise verbreitet. Wie bei den verschiedensten Trypanosomen, so ist auch bei Blutspirochaeten Infektion von der Leiche aus beobachtet worden. Z. B. sind Infektionen mit Spirochaete Duttoni bei der Sektion von Leichen erfolgt, auch ist die Ansteckung von Tieren durch Verfütterung infizierten Fleisches nachgewiesen.

Vor allem aber ist eine bemerkenswerte Ähnlichkeit mit den Trypanosomen die Tatsache, daß auch die Spirochaeten

zur Übertragung auf die von ihnen befallenen Wirbeltiere der Vermittlung durch blutsaugende Arthropoden bedürfen. Die Überträger der Spirochaeten sind in der Hauptsache Zecken; es wird zwar auch die gewöhnliche Wanze und die Kleiderlaus der Übertragung des Rückfallfiebers bezichtigt, die Mehrzahl der Menschen- und Tierseuchen wird aber durch Zecken verbreitet. Bisher konnte in den Zecken keine besondere Art der Entwicklung der Spirochaeten nachgewiesen werden. Sie können allerdings in der Zecke den ganzen Organismus überschwemmen. Auch ist neuerdings nachgewiesen worden, daß Zecken durch einmalige Spirochaeteninfektion aktive Immunität erwerben können. Ihr Einfluß auf das kaltblütige Tier ist aber in der Regel kein so verderblicher als derjenige auf den Warmblüter. Eine infizierte Zecke kann sich in der Regel normal weiter entwickeln. Sie pflanzt sich fort und ihre Nachkommen entwickeln sich ganz normal. Nichtsdestoweniger ist der Zeckenorganismus von den Spirochaeten infiziert und zwar nicht nur der Mutterorganismus sondern auch die von ihr geborenen Nachkommen. Es hat sich gezeigt, daß bei einer Zecke, welche mit Spirochaeten infiziertes Blut gesaugt hat, die Ovarialeier infiziert werden. So sind die jungen Tiere vom ersten Momente ihrer Entwicklung an mit den Krankheitserregern behaftet, welche aber ihnen keinen wesentlichen Schaden antun, sondern erst denjenigen Organismen, an denen sie Blut saugen, nachdem sie herangewachsen sind. Eine infizierte Zeckenmutter vermag selbst zur Verbreitung der Krankheit direkt nichts beizutragen, sie saugt in der Regel, nachdem sie sich einmal sattgetrunken hat, überhaupt kein Blut mehr. Ihre Nachkommen sind es, auf welche sie die verderbliche Fähigkeit vererbt hat, durch den Saugakt eine schwere Krankheit hervorzurufen.

Man hat aus dieser Tatsache, wie aus der Übertragung durch einen Arthropoden überhaupt, auf die Protozoennatur

der Spirochaeten schließen wollen, indem man nach der Analogie des Malariaparasiten an eine besondere Generation im Zeckenkörper dachte. Für eine solche Annahme liegen bisher keine Anhaltspunkte vor. Die Übertragung ist denkbar ohne eine Umwandlung, ohne einen Generationswechsel der Spirochaete. Wie allerdings im einzelnen die Vorgänge bei der Übertragung sich abspielen, davon haben wir bisher noch keinerlei Vorstellung.

Da alle uns bekannten Spirochaeten sich von organischen Substanzen ernähren, welche sie in gelöster Form aufnehmen. so ist es nicht erstaunlich, daß unter ihnen eine so große Anzahl von Parasiten bekannt ist. Der Anpassungsschritt von den Saprozoen zu den Kommensalen, die in Muscheln und Insekten vorkommen, war kein allzu großer. Sind ja doch neuerdings durch Fantham, in demselben Wasser, in dem infizierte Austern gehalten wurden, freilebende Exemplare von Spirochaete Balbianii beobachtet worden. Ich habe in München in fauligem Wasser, in dem sich Spirochaete plicatilis fand, eine sehr kleine Spirochaetenform beobachtet, welche durchaus nach dem Typus der pathogenen Formen gebaut war und auch die entsprechenden Dimensionen besaß (Fig. 14). Wenn wir nun bedenken, daß Spirochaeten im Darm von blutsaugenden Insekten oder Zecken leicht die Gelegenheit finden konnten, sich an das Blut höherer Organismen anzupassen, so wird es uns nicht verwundern, daß an verschiedenen Stellen der Erde eine ganze Anzahl von pathogenen Spirochaeten entstanden sind, welche für Menschen und Tiere gefährliche Krankheitserreger darstellen. Die Entstehung solcher blutpathogenen Spirochaeten scheint mir noch viel wahrscheinlicher auf die-

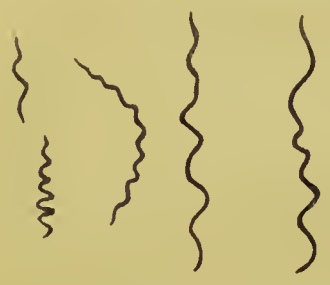

Fig. 14.

Spirochaete sp. Kleine freilebende Spirochaete aus fauligem Tümpelwasser. (Orig. n. d. lebenden Objekt.)

sem Wege zu erklären als das für die Trypanosomen der Fall ist, und auch für jene habe ich ja 1908 eine derartige Annahme zu begründen versucht.

Die Spirochaeten scheinen außerordentlich leicht biologische Rassen zu bilden. So kennt man nicht nur ein europäisches und nordamerikanisches, sondern auch ein indisches, ein ostafrikanisches und ein westafrikanisches Rückfallfieber. Sie alle sind durch Spirochaeten erregt, welche morphologisch nicht unterscheidbar sind. Aber in ihren Immunitätsreaktionen sind sie deutlich unterschieden; verschiedene Tierarten sind für diese einzelnen Rassen in verschiedenem Grade empfänglich. Und auch von den verschiedenen tierpathogenen Spirochaeten müssen wir feststellen, daß sie sich morphologisch kaum unterscheiden lassen, während sie in den biologischen Reaktionen weit voneinander entfernt sind.

Ich bin zu der Annahme geneigt, daß die Verschiedenheit der einzelnen Arten oder Rassen bedingt ist durch die Art und Weise, in welcher sie ihre pathogenen Eigenschaften erworben haben, also durch ihre Geschichte. Es wäre nicht ausgeschlossen, daß die Übertragung durch verschiedene Zecken eine Hauptrolle bei der Entstehung der Unterschiede gespielt hat. Jedenfalls liegt in den hier angeführten Tatsachen eine bemerkenswerte Ähnlichkeit mit den Trypanosomen.

Die Spirochaeten sind aber jedenfalls noch viel empfindlicher gegen Einflüsse des sie umgebenden Mediums als die Trypanosomen. Bei den Rückfallfiebern hat sich gezeigt, daß während des ersten Anfalls Immunstoffe auftreten, welche von denen des zweiten Anfalls abweichen. Die Spirochaeten des zweiten Anfalls werden daher nicht durch das Serum des ersten Anfalls geschädigt. Da aber die Spirochaeten selbst infolge der Beschaffenheit ihres Stoffwechsels die Ursache zur Bildung der Antikörper sind, so folgt aus diesen Beobach-

tungen, daß bei der gleichen Erkrankung zwei verschiedene Rassen von Spirochaeten auftreten. Die zweite ist aus der ersten entstanden; innerhalb einer ganz kurzen Zeit hat sich unter dem Einfluß der geänderten äußeren Bedingungen der chemische Charakter der Spirochaeten vollständig geändert.

Überblicken wir nun alle die verschiedenen Eigenschaften, welche wir bei den Spirochaeten kennen gelernt haben, um uns über die Natur dieser Organismen klar zu werden, so kommen wir zu folgenden Schlüssen. Der Gesamtbau des Körpers (die Verteilung von Zellsaft, Gerüstsubstanz und färbbaren Partikeln) entspricht am meisten demjenigen von Bakterien und zwar schließen sich die großen Spirochaeten in der Hauptsache sehr eng an gewisse größere Bakterien an.

Der Mangel einer Membran, welcher die Spirochaeten so sehr von den Spirillen unterscheidet, unterscheidet sie gleichzeitig von der Mehrzahl der genauer studierten Bakterien. Im chemischen und physikalischen Charakter der Hüllschicht zeigt sich eine große Ähnlichkeit mit sehr vielen Protozoen. Allerdings dürfen wir diese Tatsache nicht überschätzen; denn auch bei den Protozoen, so speziell bei der Gruppe der Flagellaten, finden wir oft bei nahe verwandten Formen Besitz oder Mangel einer festen Hülle.

Die Fortpflanzungserscheinungen bieten uns ebenfalls für unsere Überlegung wenig Anhaltspunkte. Wie wir sahen, sind alle Angaben über geschlechtliche Vorgänge bei den Spirochaeten höchst problematisch. Und sogar die mit so großer Sicherheit ausgesprochenen Angaben über die Längsteilung der Spirochaeten haben sich als zweifelhaft erwiesen. Solange es sicher schien, daß die Spirochaeten durch Längsteilung ausgezeichnet seien, sprach diese Annahme wohl einigermaßen zugunsten der Protozoenverwandtschaft. Man war in hohem Maße geneigt, die Spirochaeten infolge dieser Eigentümlichkeit in die Nähe der Flagellaten zu bringen, jedenfalls lag

darin ein Unterschied gegenüber den echten Bakterien. Aber auch innerhalb des Stammes der Protozoen kennen wir ja neben Gruppen mit Längsteilung auch solche mit Querteilung. Daher kann die Teilungsrichtung kein Argument für die Zugehörigkeit zu den Protozoen bilden; eher hätte man annehmen können, daß auch unter den bakterienähnlichen Organismen Gruppen mit Längsteilung neben denjenigen mit Querteilung existieren.

Was wir von der Biologie der Spirochaeten bis jetzt wissen, hat ebenfalls keine Bedeutung für die Frage nach ihrer Zugehörigkeit.

Die Gesamtheit der Tatsachen berechtigt uns also im gegenwärtigen Momente nicht die Spirochaeten einer der bekannten Protozoengruppen einzugliedern. So sehr sie sich auch in vielen Punkten ihrer Organisationen den Flagellaten nähern, in ihrem Zellbau weichen sie von diesen ab und nähern sich den Bakterien. Allerdings sind wir genötigt, ihnen innerhalb der Bakterien eine besondere Stellung zuzuweisen.

So komme ich denn zu dem Ergebnis, welches Bütschli schon vor mehr als 20 Jahren voraussah, indem er die Verwandtschaft der Bakterien zu mehreren Organismengruppen hervorhob. Wie man seinerzeit die Protisten oder einzelligen Organismen in Gruppen aufteilte, von denen die einen sich enger dem Tierreich, die anderen dem Pflanzenreich anschlossen, so ergeben sich jetzt Möglichkeiten, in das Chaos der bakterienähnlichen Organismen Ordnung zu bringen. Auch hier hat man allmählich immer schärfer die Gruppen unterschieden, welche sich den Algen, den Oszillatorien und den Protozoen nähern. Die Spirochaeten müssen jedenfalls vorläufig mit einer Reihe von verwandten Formen in einer besonderen Gruppe für sich vereinigt werden. Viele der Eigenschaften dieser Gruppe zeigen Beziehungen zu den Protozoen. Vor einigen Jahren nahm ich an, daß sie die engsten Beziehungen zu den Flagel-

laten aufweisen und zwar schien mir dafür hauptsächlich die Tatsache der Längsteilung zu sprechen. Nachdem diese letztere wieder zweifelhaft geworden, möchte ich nicht mehr mit aller Sicherheit an dieser Annahme festhalten, doch scheint es mir immerhin noch wahrscheinlich, daß Beziehungen zu den Flagellaten vorliegen.

Was mich hauptsächlich veranlaßt hat, aus der Gruppe der Bakterien die Spirochaeten als besondere Gruppe herauszuheben, das waren Beobachtungen an gewissen Organismen, welche im Moorwasser der oberbayerischen Hochebene vorkommen. Ich habe mehrere vibrionen- und spirillenähnliche Organismen studieren können, welche in manchen Punkten den Spirochaeten sehr ähnlich sind, wenn sie auch nicht die Gestalt des langgestreckten Spiralbandes besitzen. Einer dieser Organismen, ein relativ breites, gedrungenes, bakterienähnliches Wesen, fiel mir durch seinen weitgehenden Metabolismus auf. Der in Fig. 15 abgebildete Organismus, welcher wohl in die Nähe der Schwefelbakterien gehört, konnte seine Form ganz außerordentlich verändern. Bisweilen schwoll er an einem Ende kuglig an und nahm dadurch die Form einer Keule an. Die Bewegungsweise entsprach durchaus der oben beschriebenen Spirochaetenbewegung. Auch am gefärbten Präparat konnte man erkennen, daß dieser durch Querteilung sich vermehrende Organismus einer Membran entbehrte. Es war sogar unmöglich, ihn auf die übliche Weise wie ein Bakterium trocken zu präparieren. Beim Auftrocknen zerfloß er wie ein Protozoon.

Fig. 15.
Eigenartiger Organismus aus der Gruppe der „Schwefelbakterien". Gefunden in Moorwasser. (Orig. nach gefärbtem Präparat.)

Es gibt auch einige Vibrionen, die in diesem Punkte sich

ähnlich verhalten wie der erwähnte Organismus. Diese Organismen stehen in Bewegungsweise, innerem Bau und in der Beschaffenheit der Hüllschicht einer Anzahl der Spirochaeten sehr nahe. Die Spiralform ist also nicht das Entscheidende für die Zugehörigkeit eines Organismus zu unserer Gruppe, sondern außer dem inneren Bau die Beschaffenheit der Hüllschicht.

In der neuesten Zeit hat Schellack Tatsachen zusammengestellt, welche möglicherweise auf Beziehungen zwischen den großen Spirochaeten und den Oszillatorien hinweisen. Ich muß gestehen, daß, ehe ich die Darlegungen Schellacks gelesen hatte, der auffällige, grünliche Schimmer lebender Individuen von Spirochaete plicatilis mich zu ähnlichen Überlegungen veranlaßt hatte. Die Oszillatorien sind ja ebenfalls „kernlose" Organismen, welche sich in ihrem Bau eng den Bakterien anschließen und welche in der Regel in Flüssigkeiten vorkommen, welche reich an organischen Substanzen sind. Es wäre also nicht zu erstaunen, wenn sie die Quelle für die Entstehung von zahlreichen Parasiten gewesen wären.

Schellack hat nun speziell auf eine zu den Oszillatorien gehörige Form von spiraligem Bau hingewiesen, welche Lagerheim beschrieben hat, und welche manche Ähnlichkeiten mit Spirochaeten besitzt. Ich hatte nun Gelegenheit, in den letzten Jahren, ehe ich die Arbeiten von Lagerheim und Schellack kennen lernte, zwei Organismen zu beobachten, welche möglicherweise nahe Beziehungen zu der Lagerheimschen Glaucospira aufweisen. Der eine dieser Organismen stellte einen plumpen, kurzen Faden dar, der sich bei genauerem Zusehen als ein ganz eng in einer Ebene gewundenes Spiralband herausstellt (vgl. Fig. 16). Der Organismus bewegt sich sehr rasch mit zuckenden Bewegungen auf der Unterlage. Er ist ähnlich blaugrün gefärbt, wie die andere Form, welche ich etwas genauer untersuchen konnte. Diese besteht auch aus Fäden, die aus einem sehr eng gewundenen Spiralband gebildet

werden. Die Fäden sind aber relativ lang und dünn. Sie sind flach bandförmig. Man hat deutlich den Eindruck als sei der blaugrüne Faden in eine schleimige Hülle eingeschlossen. welche dem Ganzen den einheitlichen Charakter gibt. Der Faden hatte an beiden Seiten deutlich abgestumpfte Enden. Die einzelnen Fäden waren von verschiedener Länge, bald relativ lang, bald ziemlich kurz (Fig. 17 A).

Sie bewegten sich sehr rasch, zuckend hin und her, wobei sie oft die Strecke, die sie mit dem einen Ende vorwärts zurückgelegt hatten, sofort nach Umkehr der Bewegungsrichtung mit dem anderen Ende voran durchmaßen. Im freien Wasser beobachtete man meist spirale Rotation, auch eigenartige Zitter- und Schüttelbewegungen. Zwischen den ruckweisen Bewegungen lagen die Fäden oft längere Zeit still, um nach einiger Zeit die Bewegung wieder aufzunehmen. Das gleiche ließ sich auch an den auf der Unterlage kriechenden Fäden erkennen. Diese schlängelten sich in einfachen Windungen in einer Ebene dahin. Man hatte in auffälligster Weise den Eindruck, als seien sie durch eine schleimige Masse mit der Unterlage verbunden. In mancher Beziehung erinnerte die Bewegung dieser Fäden an diejenige von Spirochaete plicatilis. Doch waren die Fäden viel starrer, die Bewegung erfolgte viel steifer. Manchmal sah man Fäden in einem kleinen Kreis, wie in einer eingefahrenen Bahn, längere Zeit rotieren (Fig. 17 F). Es kam aber auch eine eigenartige Form der Rotation im Raum vor, welche mir doch eher passiv bedingt zu sein schien (Fig. 17 G).

Fig. 16.

Glaucospira sp. 3 Exemplare von verschiedener Windungsweite. (Orig nach dem lebenden Objekt.)

Nicht selten zerfielen die Fäden in kürzere Bruchstücke, von denen jedes sich selbständig weiter bewegen konnte.

Es ist durchaus möglich, daß derartige Formen mit den Spirochaeten oder doch einem Teil der jetzt als Spirochaeten bezeichneten Organismen in näheren Verwandtschaftsbeziehungen stehen, doch ist es gerade so gut möglich, daß die Ähnlichkeiten auf Konvergenzerscheinungen beruhen. Ehe nicht die sämtlichen typischen Formen der bakterien- und oszillatorienähnlichen Organismen in ihrer Naturgeschichte genauer unter-

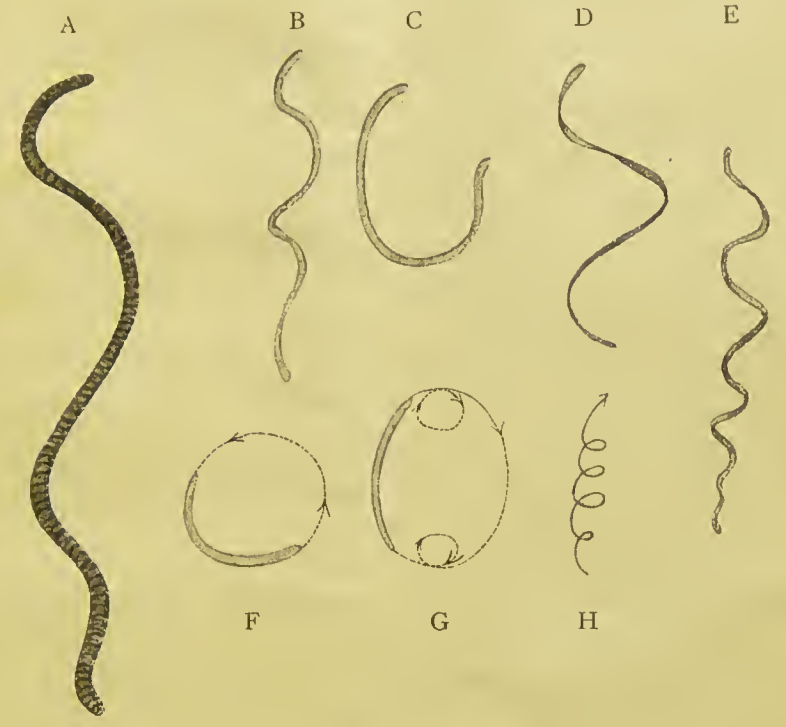

Fig. 17.

Glaucospira ähnlicher Organismus. A Habitusbild. B—E Bewegungstypen. F Schema der Kreisbewegung in einer Ebene. G Schema der Rotation im Raum. H Schema der rotierenden Vorwärtsbewegung. (Orig. nach dem lebenden Objekt.)

sucht worden sind, können wir keine begründeten Meinungen über die näheren Verwandtschaftsbeziehungen der Spirochaeten äußern.

Wir kommen also zu dem Schluß, daß die Spirochaeten sich in ihrem Zellbau am engsten Bakterien und Cyanophyceen, also Organismen von monerenähnlichem Bau anschließen. Unter ihnen bilden sie eine Gruppe, welche in manchen Eigen-

schaften die nächsten Beziehungen zu Protozoen besitzt. Trotzdem dürfen wir sie nicht aus der Gruppe der bakterienähnlichen Organismen lösen: die Spirochaeten sind keine echten Protozoen. Vor allem haben wir kein Recht, sie als echte Flagellaten zu bezeichnen oder sie gar den Trypanosomen anzuschließen. Wir wissen nicht einmal, ob sie eine einheitliche Gruppe bilden, oder ob äußerliche Ähnlichkeiten und Konvergenzerscheinungen uns verführt haben, ganz heterogene Formen zu einer künstlichen Gruppe zu vereinigen.

Die Geschichte der Spirochaetenforschung ist ein guter Beweis dafür, wie gefährlich für den Fortschritt der Erkenntnis übereilte Behauptungen und vorschnelle Verallgemeinerungen sein können. Viele derjenigen Dinge, deren Beobachtung die Autoren mit aller Bestimmtheit behauptet hatten, haben sich nicht bestätigen lassen. Die Sicherheit, mit welcher gerade auf dem Gebiete der Spirochaetenkunde Behauptungen aufgestellt worden waren, hat zwar etwas Fortreißendes gehabt, aber sie hat nach einer verkehrten Richtung fortgerissen. Die Tendenz zum kritischen Denken und sorgsamen Beobachten, das wichtigste Besitztum der modernen, naturwissenschaftlichen Schulen, hat den Schaden nicht allzu groß werden lassen. Im großen und ganzen haben die falschen Theorien, weil sie von großen Gesichtspunkten ausgingen und auf richtigen Gedankengängen basierten, dennoch einen Fortschritt der Forschung zur Folge gehabt. Die nächste Zeit muß aber methodischer vorsichtiger Forschung gewidmet sein, um all das Material von Tatsachen zusammenzubringen, welches uns noch fehlt und welches wir bedürfen, um das zerstreute Einzelwissen von den spirochaetenähnlichen Organismen in ein großes Gebäude zusammenzufassen.

Das Virulenzproblem der pathogenen Bakterien. Epidemiologische und klinische Studien von der Diphtherie ausgehend. Von **Edv. Laurent,** Stockholm. Mit 7 Kurven i. Text u. 7 Tafeln. 1910. Preis: 30 Mark.

Die Krankheiten der warmen Länder. Von Dr. **B. Scheube,** Fürstl. Physikus und Med.-Rat in Greiz, früher Professor an der Medizinschule in Kyoto (Japan). Ein Handbuch für Ärzte. Vierte umgearbeitete und erweiterte Auflage. Mit 5 geograph. Kart., 1 Tafel u. 142 Textabbild. 1910. Preis: 22 Mark 50 Pf., halbfranz geb. 25 Mark. Ill. Prospekt kostenfrei.

Münchener medizinische Wochenschrift, Nr. 46 v. 17. Novbr. 1903: Es war vorauszusehen, daß Scheubes gründliche Arbeit bald eine neue Auflage erleben werde. Reiche eigene Erfahrung, mit ausgezeichneter Literaturkenntnis verbunden, haben ein wertvolles Buch geschaffen. Sogar England, das doch einen Davidson, einen Manson, Namen des besten Klanges, besitzt, fühlt das Bedürfnis, unsern Scheube in Übersetzung zu erhalten. Die Tropenpathologie ist eine junge Pflanze, die fast täglich neue Knospen zur Entfaltung bringt. Zahlreiche Aufgaben harren noch der Lösung; vieles ist schon geleistet und nicht in letzter Linie auch durch deutsche Arbeiter . . . Im Übrigen kann man dem Buche getrost die Note „vorzüglich" erteilen und dasselbe den Pathologen, Praktikern, Tropenärzten, Naturforschern, besonders auch den Parasitologen auf das dringendste als ein ganz unentbehrliches Hilfsmittel der Belehrung empfehlen. J. Ch. Huber-Memmingen.

Praktikum der Bakteriologie und Protozoologie. Von **Kißkalt** und **Hartmann.** Zweite erweiterte Auflage.

Erster Teil: **Bakteriologie.** Von Prof. Dr. **Kißkalt,** Abteilungsvorsteher am hygienischen Institute der Universität Berlin. Mit 40 Abbildungen im Text. 1909. Preis: 2 Mark 50 Pf., geb. 3 Mark 50 Pf.

Zweiter Teil: **Protozoologie.** Von Prof. Dr. **M. Hartmann,** Abteilungsvorsteher am hygien. Institute der Universität Berlin. Mit 76 teils mehrfarbigen Abbildungen im Text. 1910. Preis: 3 Mark 20 Pf., geb. 4 Mark.

Weiteres über Malaria, Immunität und Latenzperiode. Von Dr. **Albert Plehn,** Kais. Reg.-Arzt in Kamerun. Mit 3 Tafeln. 1901. Preis: 5 Mark.

Die Malaria der afrikanischen Negerbevölkerung, besonders mit Bezug auf die Immunitätsfrage. Von Dr. **Albert Plehn,** Kaiserl. Regierungsarzt in Kamerun. Mit 1 lithogr. Tafel. 1902. Preis: 2 Mark 50 Pf.

Die Malaria unserer Kolonien im Lichte der Koch'schen Forschung. Von Stabsarzt Dr. **Vagedes.** Mit 3 Kurven u. 2 Karten. 1903. Preis: 1 Mark.

Vergleichende Beobachtungen über Bau und Entwicklung der Tsetse- und Rattentrypanosomen. Von Dr. **Erich Martini,** Marinestabsarzt, kommandiert zum Institut für Infektionskrankh. Färbung der Präparate und Herstellung der Photogramme von Prof. Zettnow. Mit 2 Tafeln und 33 Textabbildungen. Abdr. a. d. Festschrift zum 60. Geburtstage von Robert Koch. 1903. Preis: 2 Mark 50 Pf.

Die Trypanosomenkrankheiten und ihre Beziehungen zu den syphilogenen Nervenkrankheiten. Von Dr. **Walther Spielmeyer,** Privatdozent und Assistent an der psychiatrischen Klinik in Freiburg i. B. Mit 6 Tafeln. 1908. Preis: 10 Mark.

Über Amoeba viridis Leidy. Von **August Gruber.** Mit 1 Tafel. Abdr. a. d. Festschrift zum 70. Geburtstage von August Weismann (Zool. Jahrb., Suppl. VII). 1904. Preis: 2 Mark 50 Pf.

16-6-25